

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Masayuki Momiuchi
Serial No. : Not yet assigned
Filed : Herewith By Express Mail
For : SEMICONDUCTOR LASER DEVICE
Examiner : Not Yet Assigned
Art Unit : Not Yet Assigned
Attorney
Docket No. : 463P107

Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450
Mail Stop: Patent Application

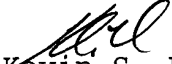
Sir:

CLAIM OF PRIORITY

Applicant hereby claims priority of his Japanese Patent Application, Application number: 2002-270300 filed September 17, 2002.

A certified copy of said patent application as filed in Japan is enclosed herewith.

Very respectfully,


Kevin S. Lemack
Registration No., . 32,579
Attorney for Applicant
Niels & Lemack
176 E. Main Street - Suite 7
Westboro, Massachusetts 01581
TEL: (508) 898-1818

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 7 日
Date of Application:

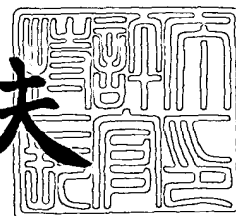
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 7 0 3 0 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 7 0 3 0 0]

出 願 人 株 式 会 社 ト プ コ ン
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 8 日

許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 6 7 3 3 1
(US)

【書類名】 特許願

【整理番号】 PT140702

【提出日】 平成14年 9月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/00

【発明の名称】 半導体レーザ装置

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内

 【氏名】 初内 正幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000220343

 【氏名又は名称】 株式会社トプコン

【代理人】

 【識別番号】 100083563

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 祥二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 058584

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9002867

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】

半導体レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成したことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した発光部ユニットを少なくとも 2 組具備すると共に 2 組の発光部ユニットから射出されるレーザ光線を重合させる光学素子を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 3】 複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した発光部サブユニットを少なくとも 2 組具備し、該 2 組の発光部サブユニットから射出されるレーザ光線を光学素子により重合させる様にした発光部ユニットを複数有し、該発光部ユニットから射出されるレーザ光線をそれぞれ光ファイバに入射させ、該光ファイバを束ねて 1 本のレーザ光線に結合させたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記固体レーザ媒質に対向して反射板が設けられ、前記出力鏡は前記反射板に形成された請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記反射鏡と前記出力鏡との間に波長変換用光学結晶部材を

設けた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記反射鏡と前記出力鏡との間に受動 Q-sw 素子を設けた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 7】 前記反射鏡と前記出力鏡との間に波長変換用光学結晶部材、受動 Q-sw 素子を設けた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 8】 前記固体レーザ媒質を平板状とした請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 9】 前記固体レーザ媒質、反射板を平板状とし重合させた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 10】 前記固体レーザ媒質、波長変換用光学結晶部材を平板状とし重合させた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 11】 前記固体レーザ媒質、受動 Q-sw 素子を平板状とし重合させた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 12】 前記固体レーザ媒質、波長変換用光学結晶部材、受動 Q-sw 素子を平板状とし重合させた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 13】 スペーサを介して重合させた請求項 11 又は請求項 12 の半導体レーザ装置。

【請求項 14】 前記スペーサはコーティング、蒸着等により形成された膜である請求項 13 の半導体レーザ装置。

【請求項 15】 全てのレーザ光線の f a s t 軸方向が一致する様に半導体レーザ素子を配設して励起用半導体レーザアレイを構成し、レーザ光線の前記 f a s t 軸方向を集光させるロッドレンズを前記半導体レーザ素子アレイと平行に設けた請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つの半導体レーザ装置。

【請求項 16】 前記光共振器より射出されるレーザ光線を光学部材により結合し 1 本の光ファイバに入射させる様にした請求項 3 の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザからのレーザ光線を、固体レーザ媒質の端面に照射し、光励起し、高出力のレーザ光線を照射する半導体レーザ装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

半導体レーザを励起光源とし、該発光源からのレーザ光線を増幅して照射するものとしてLD固体励起レーザがある。

【0003】

図19に於いて、LD固体励起レーザについて略述する。

【0004】

図19中、1は発光部、2は光共振部である。前記発光部1は励起光としてレーザ光線を発するLD発光源（半導体レーザ素子）3、集光レンズ4を具備し、更に前記光共振部2は誘電体反射膜による反射鏡5が形成されたレーザ結晶（Nd：YVO₄）板6、誘電体反射膜による出力鏡7が形成された透明な出力反射板8を具備し、前記光共振部2に於いてレーザ光線をポンピングし、共振、増幅して出力している。

【0005】

前記レーザ結晶板6は光の増幅を行う為の固体レーザ媒質である。該固体レーザ媒質は、例えばNdイオン又はYbイオンをレーザ活性イオンとする固体結晶板である。このレーザ結晶板6には、例えばNd³⁺イオンをドーパしたYAG（イットリウム アルミニウム ガーネット）等が採用される。

【0006】

YAGは、946nm、1064nm、1319nm等の発振線を有している。又、該レーザ結晶板6はYAGに限ることなく、発振線が1064nmのNd：YVO₄や、発振線が700～900nmのTi：Sapphire、更に、透明固体材料（ガラス、PMMA（高分子材料）等）にレーザ色素を分散した色素レーザ材料等が使用される。

【0007】

励起光の発光源としての半導体レーザ素子（半導体レーザダイオード（LD））は、低電力で高出力のレーザ光線を発するものとして普及している。更に、近年益々高出力のレーザ光線が要求されており、斯かる要求に応える為、複数の半導体レーザ素子を用い各半導体レーザ素子から発せられるレーザ光線を束ねることでレーザ光線の高出力化に込えている。

【0008】

レーザ光線を束ねる方法の1つに、図20の様に光ファイバ11を用いる方法がある。各半導体レーザダイオード3から発せられるレーザ光線は個々に光ファイバ11に入射され、該光ファイバが束ねられ、束ねられた光ファイバから励起光としてレーザ光線が射出される。

【0009】

又、特許文献1が示す様に、多数の半導体レーザから発せられる多数のレーザ光線をレンズアレイにより個々に平行光束とし、更に第2のレンズにより固体レーザ媒質の端面に集光させている。

【0010】

【特許文献1】

特公平7-112083号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

複数の半導体レーザ素子を用いた上記従来の高出力タイプの半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子からのレーザ光線を光ファイバで束ねており光学系が複雑となり、或は多数のレーザ光線をレンズアレイにより集光させているので、大径のレンズを必要とする。又、レーザ光線の結合による結合損失が大きいので、損失光による光学部品の加熱、熱変形が問題となる。更に、レーザ光線を束ねることで、固体レーザ媒質への励起入力が大きくなり、場合によっては固体レーザ媒質が割れたり、熱歪みが発生し、照射するレーザ光線のレーザ特性の維持が困難となる等の問題が生じる。

【0012】

本発明は斯かる実情に鑑み、複数の半導体レーザ素子が使用される半導体レー

ザ装置に於いて、簡単な光学系で、而も固体レーザ媒質に対する負担が少なく、レーザ光線のレーザ特性の維持が容易である半導体レーザ装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した半導体レーザ装置に係り、又複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した発光部ユニットを少なくとも2組具備すると共に2組の発光部ユニットから射出されるレーザ光線を重合させる光学素子を有する半導体レーザ装置に係り、又複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した発光部サブユニットを少なくとも2組具備し、該2組の発光部サブユニットから射出されるレーザ光線を光学素子により重合させる様にした発光部ユニットを複数有し、該発光部ユニットから射出されるレーザ光線をそれぞれ光ファイバに入射させ、該光ファイバを束ねて1本のレーザ光線に結合させた半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質に対向して反射板が設けられ、前記出力鏡は前記反射板に形成された半導体レーザ装置に係り、又前記反射鏡と前記出力鏡との間に波長変換用光学結晶部材を設けた半導体レーザ装置に係り、又前記反射鏡と前記出力鏡との間に受動Q-sw素子を設けた半導体レーザ装置に係り、又前記反射鏡と前記出力鏡との間に波長変換用光学結晶部材、受

動Q-sw素子を設けた半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質を平板状とした半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質、反射板を平板状とし重合させた半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質、波長変換用光学結晶部材を平板状とし重合させた半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質、受動Q-sw素子を平板状とし重合させた半導体レーザ装置に係り、又前記固体レーザ媒質、波長変換用光学結晶部材、受動Q-sw素子を平板状とし重合させた半導体レーザ装置に係り、又スペーサを介して重合させた半導体レーザ装置に係り、又前記スペーサはコーティング、蒸着等により形成された膜である半導体レーザ装置に係り、又全てのレーザ光線のfast軸方向が一致する様に半導体レーザ素子を配設して励起用半導体レーザアレイを構成し、レーザ光線の前記fast軸方向を集光させるロッドレンズを前記半導体レーザ素子アレイと平行に設けた半導体レーザ装置に係り、更に又前記光共振器より射出されるレーザ光線を光学部材により結合し1本の光ファイバに入射させる様にした半導体レーザ装置に係るものである。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

図1、図2は本発明の第1の実施の形態を示しており、図中、図19中で示したものと同等のものには同符号を付してある。

【0016】

発光部13は上面を平らとした光源保持体14及び該光源保持体14の上面に設けられた所要数の半導体レーザ素子（半導体レーザダイオード（LD））15によって構成され、又該半導体レーザ素子15は所定ピッチで一列に配設され半導体レーザ素子アレイ16を形成している。

【0017】

前記光源保持体14の端面に近接し、前記半導体レーザ素子アレイ16と平行にレーザ結晶板（固体レーザ媒質板）6が設けられ、更に該レーザ結晶板6と平行に透明な出力反射板8が設けられる。

【0018】

前記レーザ結晶板6の前記発光部13に対峙する端面には誘電体反射膜である反射鏡5が設けられ、前記出力反射板8の前記レーザ結晶板6と対峙する面には誘電体反射膜による出力鏡7が形成されている。又、前記レーザ結晶板6の出力鏡7側の端面、及び前記出力反射板8の反レーザ結晶板6側の端面には反射による損失を低減する為にAR (Anti Reflection) 膜9, 10がそれぞれ形成されている。

【0019】

前記出力鏡7、AR膜9は空気に面する様に設定され、前記出力鏡7とAR膜9間には僅かでよいが隙間が形成される。隙間を形成する方法としては、前記レーザ結晶板6、前記出力反射板8をそれぞれ支持部材で保持し、支持部材によって隙間を形成する様にしてもよく、或は前記レーザ結晶板6と出力反射板8間に枠状のスペーサを介在させ、前記レーザ結晶板6、前記出力反射板8を重畳させて組立ててもよい。

【0020】

又、前記レーザ結晶板6、出力反射板8の少なくとも一方の接合面にアルミ等適宜な材料を枠状に蒸着させ、スペーサとしての膜を形成してもよい。

【0021】

而して、前記レーザ結晶板6、前記反射鏡5、前記出力鏡7、前記出力反射板8により光共振部18が構成される。

【0022】

前記半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17は前記反射鏡5を透過して前記光共振部18に入射し、前記反射鏡5、出力鏡7間でポンピングされ、共振、増幅して前記出力反射板8より射出される。

【0023】

複数の前記半導体レーザ素子15から発せられる前記レーザ光線17は、個々に前記光共振部18により共振、増幅されるので、前記出力反射板8から射出される前記レーザ光線17も個々に分離しており、前記半導体レーザ素子15と同数の前記レーザ光線17が射出される。

【0024】

又、前記半導体レーザ素子15から前記レーザ結晶板6に入射する個々のレーザ光線17はエネルギーが小さく、多数の前記半導体レーザ素子15から前記レーザ結晶板6へ前記レーザ光線17が入射されるが、前記レーザ結晶板6への熱影響が分散され、結晶割れ、熱歪み等の発生が防止される。

【0025】

図3、図4は第2の実施の形態を示している。

【0026】

該第2の実施の形態では、出力反射板8から射出されるレーザ光線17をシリンダレンズ20により結合させ、1本の光ファイバ21に入射させる様にしたものである。

【0027】

前記出力反射板8から射出されるレーザ光線17は同一平面内にあり、それぞれ平行となっている。前記出力反射板8に対応させ前記シリンダレンズ20を配設し、該シリンダレンズ20の光軸を前記レーザ光線17と平行とする。該レーザ光線17は前記シリンダレンズ20により一点に結合される。前記光ファイバ21の端面は前記レーザ光線17の結合点に位置されており、全ての前記半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17が前記光ファイバ21に入射される。該光ファイバ21の他端から結合された全てのレーザ光線17が射出される。尚、前記出力反射板8から射出されるレーザ光線17を結合させる光学部材としては前記シリンダレンズ20に代え前記レーザ光線17を個々に前記光ファイバ21に入射させ、該光ファイバ21を束ねることで結合させてもよい。

【0028】

図5は第3の実施の形態を示している。

【0029】

該第3の実施の形態では、第1の実施の形態で示した半導体レーザ装置を発光部ユニット22、23として2組用いた場合を示している。

【0030】

該発光部ユニット22、23は、所要数の半導体レーザ素子15が光源保持体

14の上面に設けられ発光部13を構成し、又前記半導体レーザ素子15は所定ピッチで一行に配設され半導体レーザ素子アレイ16を形成している。該半導体レーザ素子アレイ16と平行にレーザ結晶板（固体レーザ媒質板）6が設けられ、更に該レーザ結晶板6に平行に出力反射板8が設けられる。前記レーザ結晶板6の前記発光部13に対峙する端面には誘電体反射膜である反射鏡5が設けられ、前記出力反射板8の前記レーザ結晶板6と対峙する面には誘電体反射膜である出力鏡7が設けられ、前記レーザ結晶板6の出力鏡7側の端面、及び前記出力反射板8の反レーザ結晶板6側の端面にはAR膜9、10がそれぞれ形成されている。

【0031】

前記発光部ユニット22が発するレーザ光線17が含まれる平面と前記発光部ユニット23が発するレーザ光線17'が含まれる平面とは直交しており、又前記発光部ユニット22が発するレーザ光線17の偏光方向と前記発光部ユニット23が発する偏光方向とは90°方向が異なっている。

【0032】

前記レーザ光線17と前記レーザ光線17'とが直交する点に偏光ミラー24が配設される。該偏光ミラー24は前記発光部ユニット22からのレーザ光線17を透過し、前記発光部ユニット23からのレーザ光線17'は反射する様になっている。前記レーザ光線17が前記偏光ミラー24を透過し、前記レーザ光線17'が前記偏光ミラー24で反射されることで、前記レーザ光線17とレーザ光線17'が重合される。

【0033】

前記偏光ミラー24を挟んで前記発光部ユニット22、23と反対側に集光レンズ19が配設され、前記偏光ミラー24を透過した複数の前記レーザ光線17と、前記偏光ミラー24で反射された複数のレーザ光線17'を光ファイバ21の端面で結合させている。而して、該光ファイバ21から発せられるレーザ光線は前記発光部ユニット22の全部の半導体レーザ素子15、前記発光部ユニット23の全部の半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17、17'が結合されたものとなる。前記偏光ミラー24は2組の発光部ユニット22と発光部

ユニット 23 から射出されるレーザ光線 17, 17' を重合せる光学素子として作用する。

【0034】

第3の実施の形態の変形例として、前記発光部ユニット22から発せられるレーザ光線17の周波数と、前記発光部ユニット23から発せられるレーザ光線17'の周波数とを異ならせ、前記レーザ光線17とレーザ光線17'を重合することもできる。この場合、光学素子として前記偏光ミラー24の代りに光学フィルタが用いられる。該光学フィルタは前記レーザ光線17を透過し、前記レーザ光線17'を反射する。該変形例でも前記発光部ユニット22からのレーザ光線17と前記発光部ユニット23からのレーザ光線17'とを重合させることができる。該変形例では2色のレーザ光線を重合させることもできる。

【0035】

図6は第4の実施の形態を示している。

【0036】

該第4の実施の形態では、第1の実施の形態で示した半導体レーザ装置を発光部サブユニット22, 23として、第3の実施の形態で示した半導体レーザ装置を構成し、第3の実施の形態の半導体レーザ装置を発光部ユニット28, 29, 30として複数組（図では3組）用いた場合を示している。図6中、図5中で示したものと同等のものには同符号を付してある。

【0037】

該発光部ユニット28, 29, 30それぞれに対応して光ファイバ32, 33, 34を設け、該光ファイバ32, 33, 34の端面を前記発光部ユニット28, 29, 30のそれぞれのレーザ光線結合点に合致させる。前記光ファイバ32, 33, 34は所要位置で束ねられ、該光ファイバ32, 33, 34から射出されるレーザ光線も束ねられる。

【0038】

第4の実施の形態では、多数の半導体レーザ素子からのレーザ光線を1本のレーザ光線に重合させることができる。又、前記発光部ユニット28、発光部ユニット29、発光部ユニット30が発するレーザ光線の周波数（色）を変えること

もできる。

【0039】

図7は第5の実施の形態を示している。尚、図7中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付してある。

【0040】

該第5の実施の形態では、前記出力反射板8の代りに波長変換用結晶板（非線形光学媒質板）26を用いたものである。該波長変換用結晶板26は例えばKTP（ KTiOPO_4 リン酸チタニルカリウム）、BBO（ $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ β 型硼酸リチウム）、LBO（ LiB_3O_5 トリ硼酸リチウム）等が用いられ、入力された1064nmの波長を1/2の532nmに変換する。又、KNbO₃（ニオブ酸カリウム）等も使用され、入力された946nmの波長を1/2の473nmに変換する。

【0041】

レーザ結晶板6の発光部13と対峙する側の端面には誘電体反射膜である反射鏡5が設けられる。該反射鏡5は、前記半導体レーザ素子15の発光波長に対して高透過であり、前記レーザ結晶板6の発振波長に対して高反射であると共にSHG（SECOND HARMONIC GENERATION）に対しても高反射となっている。又、前記レーザ結晶板6の他端面にはAR膜9が設けられている。

【0042】

前記波長変換用結晶板26は前記レーザ結晶板6と平行に設けられ、前記波長変換用結晶板26の前記レーザ結晶板6の対峙する側の端面にはAR膜37が形成され、前記波長変換用結晶板26の他端面には誘電体反射膜である第2の出力鏡27が設けられている。該第2の出力鏡27は前記レーザ結晶板6の発振波長に対して高反射であり、SHGに対して高透過となっている。

【0043】

第5の実施の形態では、前記半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17が前記反射鏡5と前記第2の出力鏡27との間でポンピングされ、前記波長変換用結晶板26によりレーザ光線が個々にSHGに変換され、増幅されて射出

される。

【0044】

該第5の実施の形態を発光部ユニットとして、図3、図4で示したと同様に、シリンダレンズにより複数のレーザ光線を1本のレーザ光線に結合することができ、更に図5、図6で示したのと同様の構成で、複数の発光部ユニットを組合わせ、更に多数の半導体レーザ素子から発せられるレーザ光線を結合させることができる。

【0045】

図8は第6の実施の形態を示しており、第1の実施の形態で出力反射板8を省略し、レーザ結晶板6の一端面に誘電体反射膜である反射鏡5を設け、他端面に誘電体反射膜である出力鏡7を設けたものである。

【0046】

図9は第7の実施の形態を示しており、レーザ結晶板6と出力反射板8との間に波長変換用結晶板26を介設したものである。

【0047】

前記レーザ結晶板6の半導体レーザ素子（図示せず）側の端面に誘電体反射膜である反射鏡5を、前記波長変換用結晶板26側の端面にはAR膜9を形成し、前記波長変換用結晶板26の両端面にはAR膜37、38を形成し、前記出力反射板8の前記波長変換用結晶板26側の端面には誘電体反射膜である第2の出力鏡27を設け、他端面にはAR膜10を形成したものである。

【0048】

該第7の実施の形態に於いても、上記第5の実施の形態と同様、半導体レーザ素子（図示せず）から発せられるレーザ光線が前記反射鏡5と前記第2の出力鏡27との間でポンピングされ、前記波長変換用結晶板26によりレーザ光線が個々にSHGに変換され、増幅されて射出される。

【0049】

又、第7の実施の形態に於いて、前記レーザ結晶板6、波長変換用結晶板26、出力反射板8はそれぞれ平板状であるので、組立ては単に重ね合わせれば良く、更に前記レーザ結晶板6と波長変換用結晶板26との間、該波長変換用結晶板2

6 と出力反射板 8 との間には第 1 の実施の形態で示したのと同様に隙間を形成する為の図示しないスペーサが設けられ、該スペーサはアルミ等適宜な材料を隣接する少なくとも一方の面に枠状に蒸着させ、スペーサとしての膜を形成すればよい。

【0050】

図 10 は、第 8 の実施の形態を示している。

【0051】

レーザ結晶板 6 を半導体レーザ素子アレイ（図示せず）に対して平行に配設し、前記レーザ結晶板 6 の半導体レーザ素子（図示せず）側の端面に誘電体反射膜である反射鏡 5 が設けられ、反対側の端面に AR 膜 9 が設けられている。前記レーザ結晶板 6 と平行に平板状の受動 Q-sw 3 9 が設けられ、該受動 Q-sw 3 9 は過飽和吸収体（結晶体）から構成される。該受動 Q-sw 3 9 の前記レーザ結晶板 6 側の端面には AR 膜 4 1 が設けられ、反対面には誘電体反射膜である出力鏡 7 が設けられている。

【0052】

前記反射鏡 5 と出力鏡 7 間で光共振器が構成され、前記反射鏡 5 を透過して入射したレーザ光線をポンピングする。又、前記受動 Q-sw 3 9 は入射したレーザ光線を過飽和吸収し、吸収量が所定レベルを越えるとレーザ光線を射出するので、前記受動 Q-sw 3 9 はスイッチング作用を有している。

【0053】

上記第 8 の実施の形態で示される半導体レーザ装置では、前記受動 Q-sw 3 9 のスイッチング作用により、射出されるレーザ光線はパルス状に射出される。

【0054】

尚、前記受動 Q-sw 3 9 の材質としては、例えば Cr:YAG 等が挙げられる。

【0055】

図 11 は、第 9 の実施の形態を示している。

【0056】

第 9 の実施の形態は上記第 8 の実施の形態の構成に、更に波長変換用結晶板 2

6 を追加したものである。即ち、レーザ結晶板 6 と受動 Q - sw 3 9 との間に波長変換用結晶板 2 6 を挟設したものである。

【 0 0 5 7 】

前記受動 Q - sw 3 9 の反波長変換用結晶板 2 6 側の端面（図 1 1 中右端面）には、前記レーザ結晶板 6 の発振波長に対して高反射であり、S H G に対して高透過となっている誘電体反射膜である第 2 の出力鏡 2 7 を形成し、前記レーザ結晶板 6 の波長変換用結晶板 2 6 側の端面、該波長変換用結晶板 2 6 の両端面、前記受動 Q - sw 3 9 の波長変換用結晶板 2 6 側の端面にはそれぞれ A R 膜 9 , 3 7 , 3 8 , 4 1 が形成されている。尚、前記レーザ結晶板 6 、波長変換用結晶板 2 6 、受動 Q - sw 3 9 間には上記第 7 の実施の形態と同様にスペーサにより隙間が形成されている。

【 0 0 5 8 】

而して、前記反射鏡 5 を通して入射したレーザ光線は該反射鏡 5 と前記第 2 の出力鏡 2 7 間でポンピングされ、前記波長変換用結晶板 2 6 でレーザ光線が個々に S H G に変換され、増幅され、更に前記受動 Q - sw 3 9 でパルス状レーザ光線に変換されて射出される。

【 0 0 5 9 】

図 1 2 は、第 1 0 の実施の形態を示している。

【 0 0 6 0 】

該第 1 0 の実施の形態では、上記第 9 の実施の形態に出力反射板 8 を追加したものである。該出力反射板 8 の受動 Q - sw 3 9 側の端面に誘電体反射膜である第 2 の出力鏡 2 7 を形成し、前記出力反射板 8 の反受動 Q - sw 3 9 側の端面に A R 膜 1 0 を形成し、前記受動 Q - sw 3 9 の両端面に A R 膜 4 1 , 4 2 を形成したものである。その他の構成は図 1 1 で示した第 9 の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 は、第 1 1 の実施の形態を示している。

【 0 0 6 2 】

レーザ結晶板 6 を半導体レーザ素子アレイ（図示せず）に対して平行に配設し

、前記レーザ結晶板 6 の半導体レーザ素子（図示せず）側の端面に誘電体反射膜である反射鏡 5 が設けられ、反対側の端面に A R 膜 9 が設けられている。前記レーザ結晶板 6 と平行に平板状の受動 Q-sw 3 9 が設けられる。該受動 Q-sw 3 9 の前記レーザ結晶板 6 側の端面には A R 膜 4 1 が設けられ、反対面には誘電体反射膜である出力鏡 7 が設けられている。前記受動 Q-sw 3 9 と平行に波長変換用結晶板 2 6 が設けられ、該波長変換用結晶板 2 6 の両端面には A R 膜 3 7, 3 8 が形成される。

【0063】

該第 11 の実施の形態では、前記反射鏡 5 と出力鏡 7 間で光共振器が構成され、前記反射鏡 5 を透過して入射したレーザ光線がポンピングされ、増幅され、更にパルス化されたレーザ光線が前記波長変換用結晶板 2 6 によって S H G に変換されて射出されるものである。

【0064】

尚、図 14 に示す様に、上記出力鏡 7、第 2 の出力鏡 2 7 が設けられる光学部材 4 4（上記実施の形態では図 1 中の出力反射板 8、図 7 中の波長変換用結晶板 2 6、図 8 中のレーザ結晶板 6、図 10 中の受動 Q-sw 3 9 等が相当）の入射面には前記半導体レーザ素子 1 5 の光軸毎に、即ち該半導体レーザ素子 1 5 が設けられているピッチ P で、凹面反射面を形成した凹面反射ミラーアレイ 4 5 を形成する。

【0065】

又、図 15 に見られる様に、前記出力鏡 7、第 2 の出力鏡 2 7 が前記光学部材 4 4 の射出面に設けられる場合は、凸面反射ミラーアレイ 4 6 を形成する。

【0066】

又、図 16 に見られる様に、前記出力鏡 7、第 2 の出力鏡 2 7 が前記光学部材 4 4 の入射面に設けられる場合は、凹面反射ミラーアレイ 4 5 を形成すると共に射出面側にレーザ光線を集光させる凸面部アレイ 4 7 を形成してもよい。

【0067】

凹又は凸面反射ミラーアレイによりレーザ光線の広がりを抑え、より平行なレーザ光線を出力させることが可能となる。

【0068】

図17、図18は前記発光部13の応用例を示している。尚、図中、反射鏡5、レーザ結晶板6、出力反射板8等で構成される光共振部については省略している。

【0069】

半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17は、一方向に大きな広がり角を有し、直交する方向に小さな広がり角を持っている。本応用例では上下方向（fast軸）に大きな広がり角を持つ様に、前記レーザ光線17を発する半導体レーザ素子15を配設して半導体レーザ素子アレイ16を構成し、該半導体レーザ素子アレイ16と平行にロッドレンズ49を配設したものである。

【0070】

該ロッドレンズ49により前記半導体レーザ素子15から発せられるレーザ光線17のfast軸方向が集光され、光共振部（図示せず）に入射するので、前記レーザ光線17を効率よく増幅することができる。

【0071】

尚、上記実施の形態では、光学部材間に隙間を形成したが、密着させて組立ててもよい。この場合、光学部材間に形成されるAR膜は光学部材間の屈折率の相違を考慮して形成される。

【0072】**【発明の効果】**

以上述べた如く本発明によれば、複数の半導体レーザ素子を具備する励起用半導体レーザアレイと、片端面に反射鏡が形成された固体レーザ媒質と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成したので、前記固体レーザ媒質に入射するレーザ光線のエネルギーが分散され、固体レーザ媒質の割れ、熱歪みの発生が防止され、安定したレーザ光線の射出を可能とする。

【0073】

又、固体レーザ媒質、反射板、波長変換用光学結晶部材、受動Q-sw素子等の

光学部材を平板状とし重合させたので、組立てが著しく容易である。

【 0 0 7 4 】

又、前記スペーサはコーティング、蒸着等により形成された膜であるので、狭小な隙間が精度よく容易に得られる等の優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態を示す概略平面図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態を示す概略側面図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施の形態を示す概略平面図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態を示す概略側面図である。

【図 5】

本発明の第 3 の実施の形態を示す概略平面図である。

【図 6】

本発明の第 4 の実施の形態を示す概略平面図である。

【図 7】

本発明の第 5 の実施の形態を示す概略平面図である。

【図 8】

本発明の第 6 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 9】

本発明の第 7 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 1 0】

本発明の第 8 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 1 1】

本発明の第 9 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 1 2】

本発明の第 1 0 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 1 3】

本発明の第 1 1 の実施の形態を示す要部概略平面図である。

【図 1 4】

出力鏡が設けられる光学部材の変形例である。

【図 1 5】

出力鏡が設けられる光学部材の変形例である。

【図 1 6】

出力鏡が設けられる光学部材の変形例である。

【図 1 7】

発光部の応用例を示す概略平面図である。

【図 1 8】

発光部の応用例を示す概略側面図である。

【図 1 9】

従来例の説明図である。

【図 2 0】

他の従来例の説明図である。

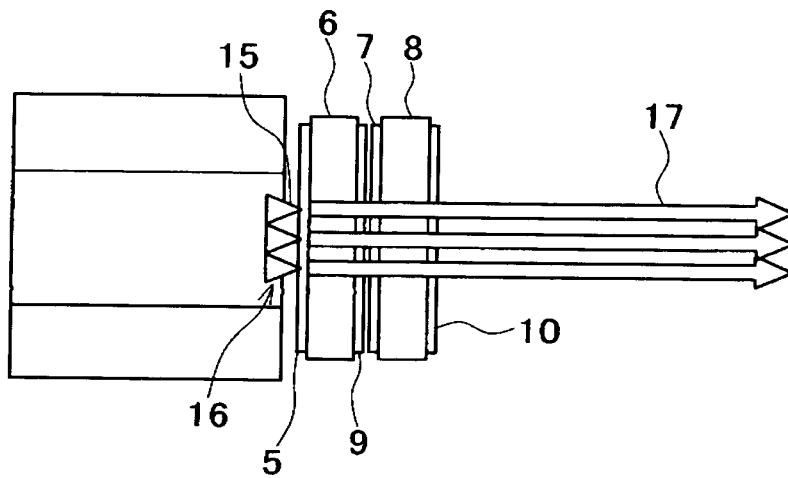
【符号の説明】

5	反射鏡
6	レーザ結晶板
7	出力鏡
8	出力反射板
1 3	発光部
1 4	光源保持体
1 5	半導体レーザ素子
1 6	半導体レーザ素子アレイ
1 7	レーザ光線
2 0	シリンダレンズ
2 1	光ファイバ
2 2	発光部ユニット

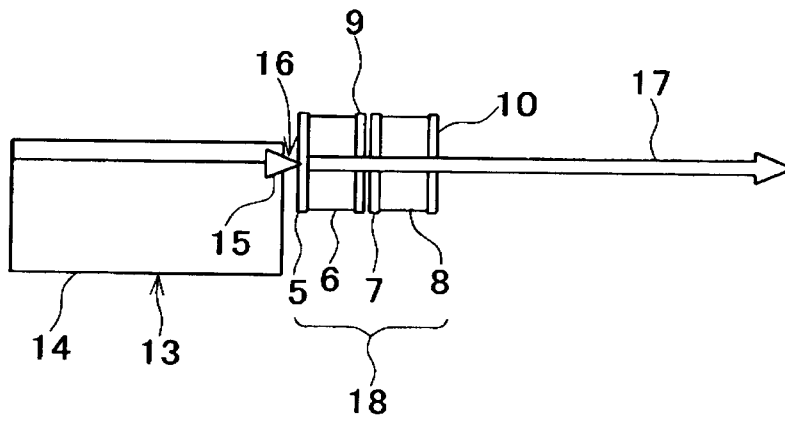
2 3	発光部ユニット
2 6	波長変換用結晶板
2 7	第 2 の出力鏡
3 9	受動 Q - sw
4 4	光学部材
4 9	ロッドレンズ

【書類名】 図面

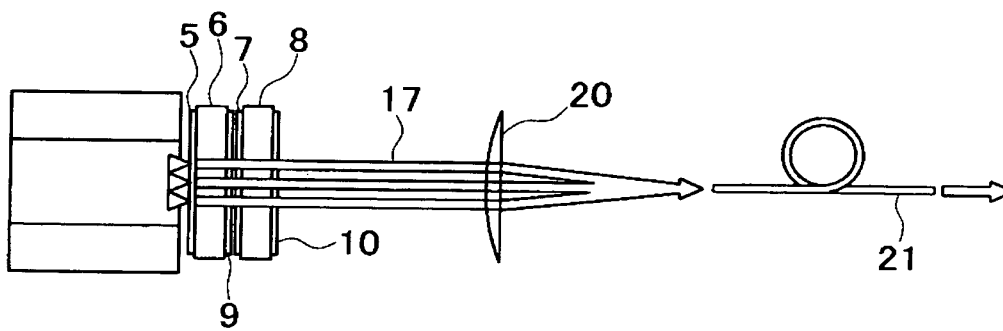
【図 1】



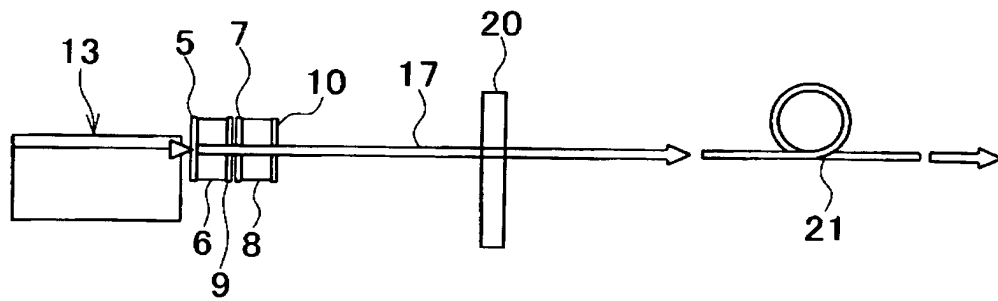
【図 2】



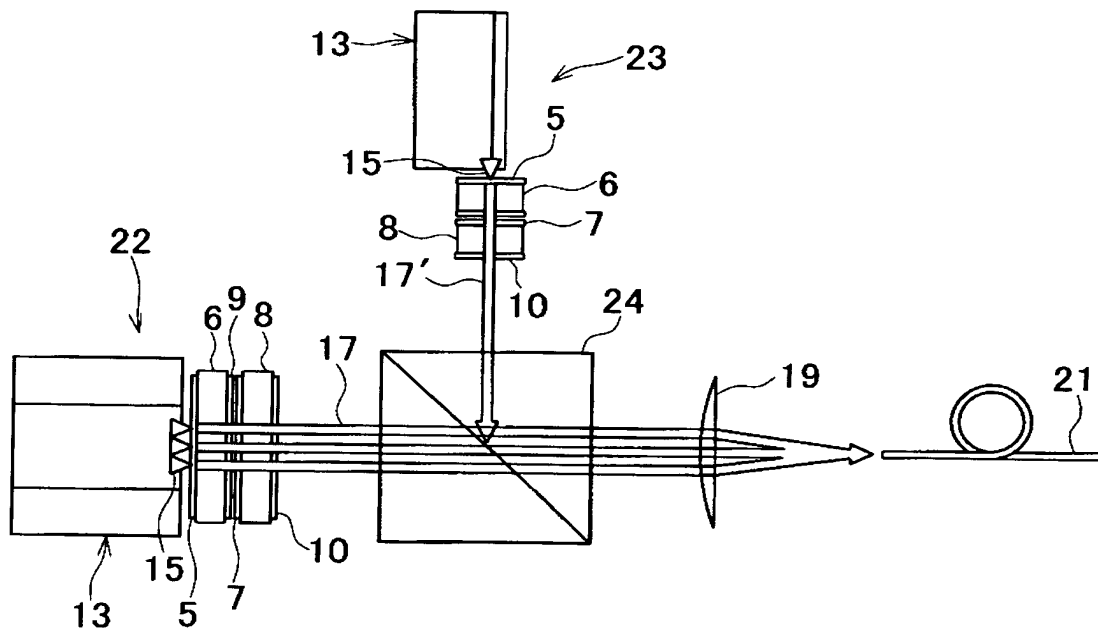
【図 3】



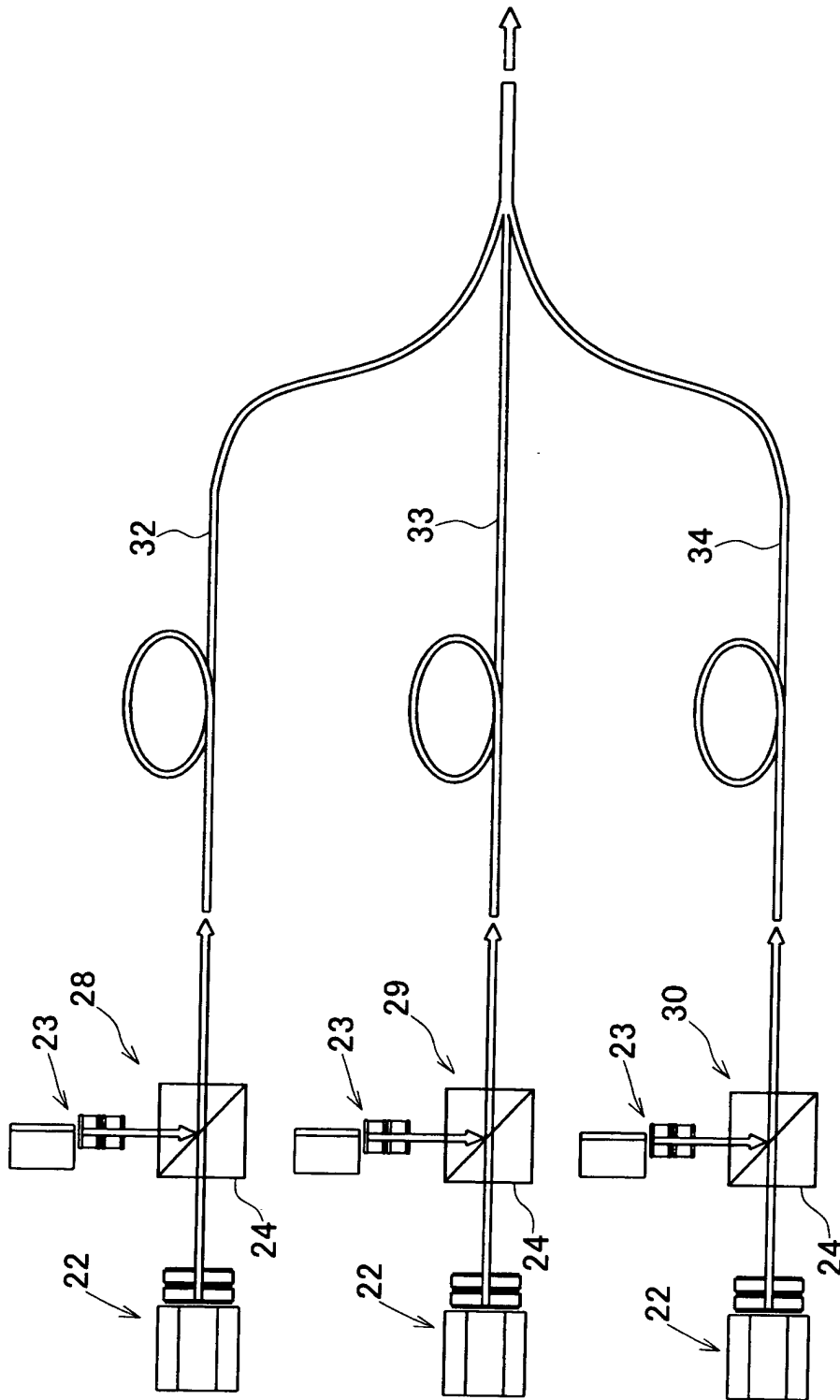
【図 4】



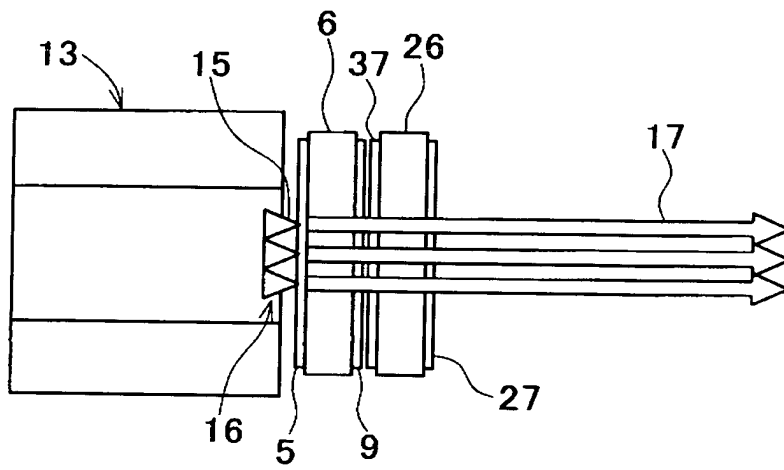
【図 5】



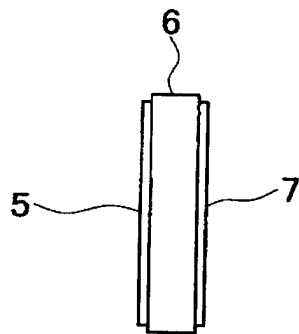
【図 6】



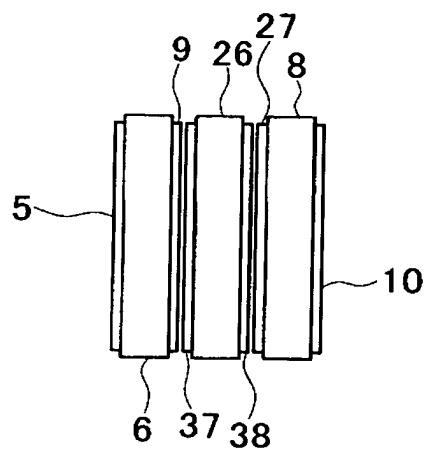
【図 7】



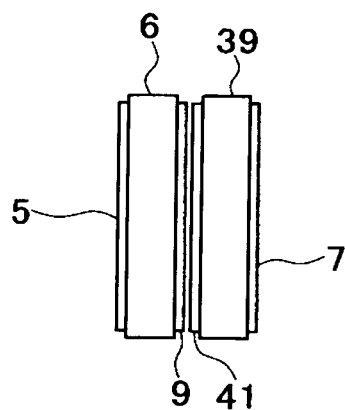
【図 8】



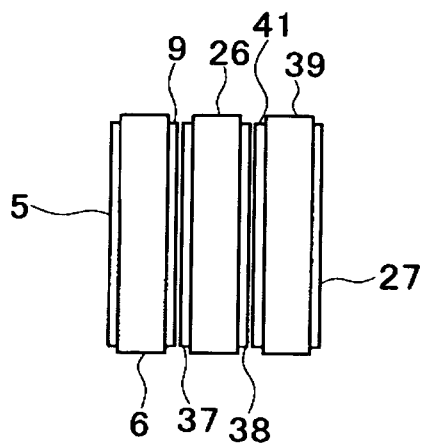
【図 9】



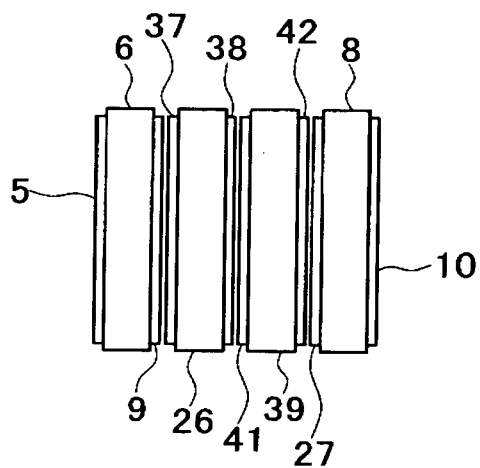
【図 10】



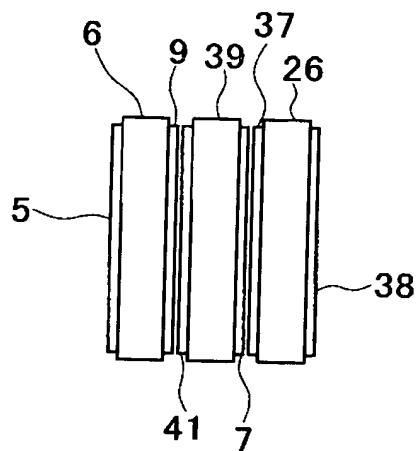
【図 11】



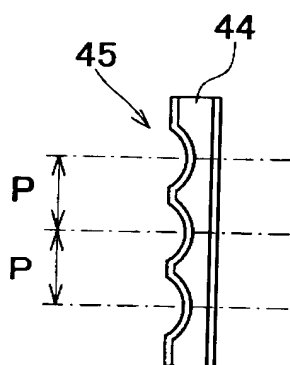
【図 12】



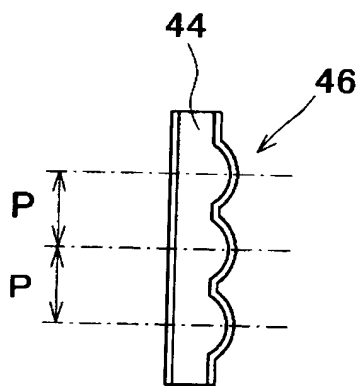
【図 13】



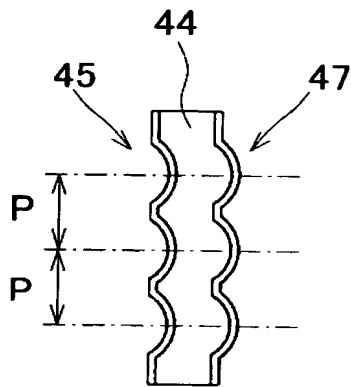
【図 14】



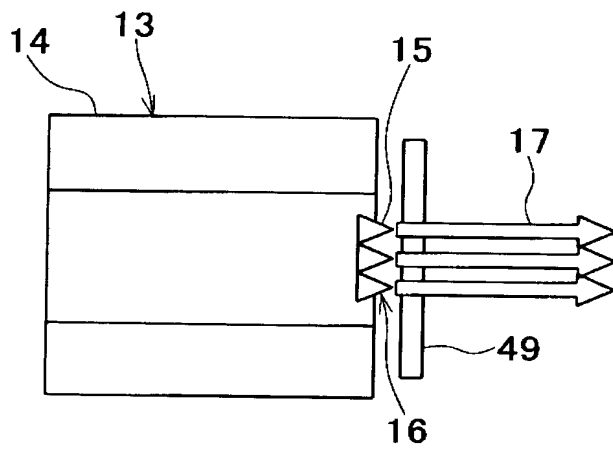
【図 15】



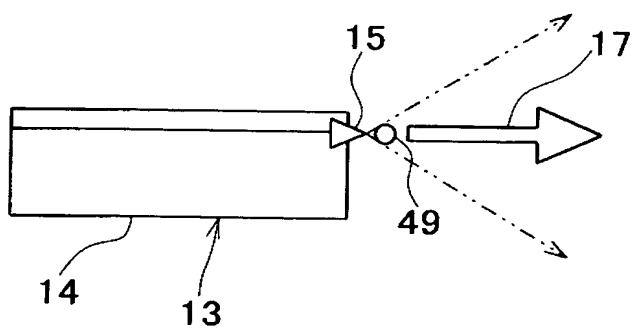
【図 16】



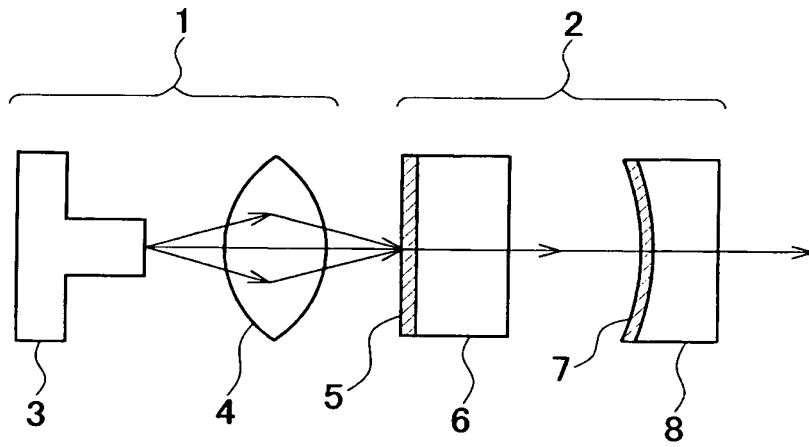
【図 17】



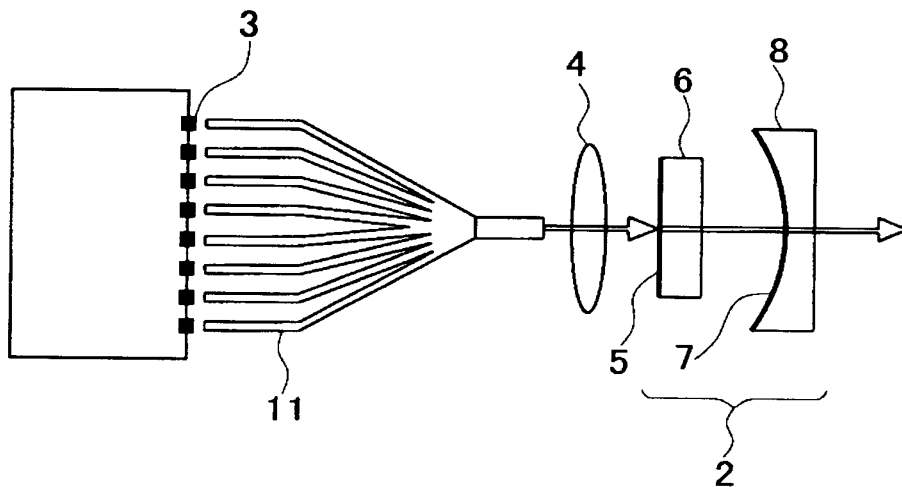
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

複数の半導体レーザ素子を使用される半導体レーザ装置で、簡単な光学系で、而も固体レーザ媒質に対する負担が少なく、レーザ特性の維持が容易である半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】

複数の半導体レーザ素子 1 5 を具備する励起用半導体レーザアレイ 1 6 と、片端面に反射鏡 5 が形成された固体レーザ媒質 6 と前記反射鏡と平行に設けられた出力鏡 7 とで構成された光共振器を有し、複数の前記半導体レーザ素子から射出されたレーザ光線 1 7 が個々に前記光共振器に入射し、レーザ光線がそれぞれ増幅されて光共振器より射出される様構成した。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 7 0 3 0 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 0 3 4 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号

氏 名

株式会社トブコン